

①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑪ DE 3836725 C1

⑤① Int. Cl. 4:
F01L 9/02
F 16 K 31/363

②① Aktenzeichen: P 38 36 725.4-13
②② Anmeldetag: 28. 10. 88
④③ Offenlegungstag: —
④⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 21. 12. 89



DE 3836725 C1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:

Daimler-Benz Aktiengesellschaft, 7000 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:

Letsche, Ulrich, Dipl.-Ing., 7000 Stuttgart, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE-OS 33 47 533

⑤④ Hydraulisch arbeitende Stelleinrichtung für ein Hubventil

Es ist eine hydraulisch arbeitende Stelleinrichtung für ein Hubventil, insbesondere in einer Brennkraftmaschine, beschrieben mit einem mit dem Ventilschaft verbundenen Kolben, der in einem Zylinder zwei Hubräume voneinander trennt, die jeweils über vom Kolben abdeckbare Einlaß- und Auslaßöffnungen mit einer Pumpe für die Arbeitsflüssigkeit oder einem Vorratsbehälter verbindbar sind. Um den Energiebedarf der Stelleinrichtung zu senken, sind die beiden in einem mittleren Stellbereich des Kolbens hin offenen Einlaßöffnungen durch eine Leitung unmittelbar miteinander verbunden und greifen am Kolben oder Ventilschaft zwei entgegengesetzt wirkende Federn an, die im Gleichgewicht den Kolben in einer gegenüber zwei Endstellungen mittleren Lage halten.

DE 3836725 C1

Die Erfindung bezieht sich auf eine hydraulisch arbeitende Stelleinrichtung für ein Hubventil mit den im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmalen.

Eine derartige Stelleinrichtung ist aus der DE-OS 33 47 533 bekannt. Bei dieser bekannten Stelleinrichtung wird die bei der Hubventilbewegung vom Kolben aus dem Zylinder verdrängte Arbeitsflüssigkeit nicht zur Arbeitsleistung herangezogen, so daß die in ihr enthaltene Energie verloren ist. Dadurch ergibt sich ein sehr hoher Energiebedarf für die Betätigung des Hubventils. Im Patentanspruch 5 der genannten Druckschrift ist zwar ausgeführt, daß eine Seite des Kolbens zur Energierückgewinnung alternierend als Pumpe arbeiten soll, es ist jedoch nicht dargelegt, wie diese Energierückgewinnung tatsächlich erfolgen soll. Bei dieser bekannten Stelleinrichtung ist weiterhin eine aufwendige Steuervorrichtung vorhanden, die jedoch eine voneinander unabhängige Steuerung verschiedener Hubventile nicht zuläßt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine gegenüber der bekannten Stelleinrichtung vereinfachte Stelleinrichtung mit erheblich geringerem Energieaufwand zu betreiben.

Die Aufgabe ist erfindungsgemäß durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Bei der erfindungsgemäß ausgebildeten Stelleinrichtung wird die Stellbewegung des Kolbens und damit des Hubventils durch die in den Endstellungen unterschiedlich stark gespannten Federn ausgelöst, wobei die unter Druck stehende Arbeitsflüssigkeit von einem Hubraum in den anderen geschoben wird. Da somit die in den Endstellungen des Kolbens in den Federn gespeicherte potentielle Energie zur Beschleunigung des Kolbens und des Hubventils genutzt und beim Abbremsen wieder gewonnen wird und außerdem die Energie der Arbeitsflüssigkeit beim Ausschleiben aus einem Hubraum nicht verloren geht, kann die Energiezufuhr von außen auf den Ersatz von Verlustenergien wie insbesondere Reibungsverluste beschränkt werden, während die für Beschleunigungen notwendigen Energien durch Energierückgewinnung aufgebracht werden. Es ergibt sich der weitere Vorteil, daß durch das energiegewinnende Abbremsen des Kolbens und des Hubventils deren Bewegung gedämpft und ein hartes Aufschlagen in der Endstellung vermieden wird.

Eine platzsparende und für die Stellbewegungen des Hubventils günstige Anordnung und Vorspannung der Federn ist im Patentanspruch 2 angegeben.

Im Patentanspruch 3 ist eine energiesparende Steuervorrichtung für die Stelleinrichtung angegeben, mit deren Hilfe jede einzelne Stellbewegung des Hubventils ausgelöst wird, so daß jede dieser Stellbewegungen verändert und den Erfordernissen angepaßt werden kann.

Im Patentanspruch 4 ist angegeben, wie die durch mechanische und hydraulische Reibung entstehenden Energieverluste auf einfache und wenig aufwendige Art durch Zufuhr von unter Druck stehender Arbeitsflüssigkeit aus der Druckquelle in einen Hubraum gegen Ende einer Hubbewegung ersetzt werden, wobei für eine gleichzeitige Abfuhr einer gleichen Menge an Arbeitsflüssigkeit aus dem anderen Hubraum gesorgt ist. Es ergibt sich daraus, daß nur ein geringer Teil der bei jeder Hubbewegung in bzw. aus einem Hubraum zu fördernder Arbeitsflüssigkeit von der Druckquelle unter

Energieaufwand zu fördern ist.

Die Auslaßöffnungen sind besonders einfach anzuordnen und zu steuern in der im Patentanspruch 5 angegebenen Weise.

Durch die im Patentanspruch 6 angegebene Ausgestaltung der Stelleinrichtung ist eine erhebliche Beschleunigung der Hubbewegung des Hubventils in Öffnungsrichtung erreichbar, wobei jedoch auf einen Teil der Energierückgewinnung verzichtet werden muß.

Im Patentanspruch 7 ist eine einfache und sichere Vorrichtung angegeben, die das Hubventil beim Starten der Brennkraftmaschine in eine für den Normalbetrieb notwendige Ausgangslage bringt.

Im folgenden wird die Erfindung anhand zweier in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1 eine hydraulisch arbeitende Stelleinrichtung eines Hubventils in einem Gehäuse einer Brennkraftmaschine zu Beginn des Startvorgangs,

Fig. 2 die Stelleinrichtung der Fig. 1 während des Startvorgangs

Fig. 3 bis 6 die Stelleinrichtung während verschiedener Hubventilstellungen und

Fig. 7 eine Stelleinrichtung mit zusätzlicher Verstellenergiezufuhr im Öffnungshub.

Das in allen Figuren dargestellte Hubventil 1 ist mit seinem Schaft 2 in Ventiltührungen 3 und 4 in einem Gehäuse 5 einer bis auf einen Ventilsitz 6 für den Ventilteller 7 des Hubventils 1 nicht weiter dargestellten Brennkraftmaschine geführt. Zwischen den beiden Ventiltührungen 3 und 4 durchsetzt der Ventilschaft 2 einen Hohlraum im Gehäuse 5 bildenden Zylinder 8, der durch einen mit dem Ventilschaft 2 fest verbundenen, im Zylinder 8 geführten Kolben 9 in einen ventiltellernahen Hubraum 10 und einen ventiltellerfernen Hubraum 11 unterteilt ist. Zwischen dem Kolben 9 und den beiden Stirnseiten 12 und 13 des Zylinders 8 sind zwei vorgespannte Schraubendruckfedern 14 und 15 eingesetzt, die bei nicht arbeitender Stelleinrichtung den Kolben 9 in der in Fig. 1 dargestellten mittleren Ruhelage halten, in der der Ventilteller 7 um einen mittleren Betrag vom Ventilsitz 6 abgehoben ist. Die Vorspannung der Druckfedern 14 und 15 ist so ausgelegt, daß bei einer Lage des Kolbens 9 nahe einer Stirnseite 12 oder 13 die entfernte Druckfeder 15 oder 14 nahezu spannungslos ist.

In der Zylinderwand 16 ist etwa in der Mitte zwischen jeder Stirnseite 12, 13 des Zylinders 8 und der dieser zugekehrten Stirnseite 17, 18 des Kolbens 9 in dessen Mittellage jeweils eine Einlaßöffnung 19, 20 vorgesehen. Diese sind durch eine Verbindungsleitung 34 im Gehäuse 5 miteinander verbunden, so daß die beiden Hubräume 10 und 11 miteinander in Verbindung stehen, sofern nicht eine der beiden Einlaßöffnungen 19, 20 durch den Kolben 9 verdeckt ist.

Ferner ist in jeder Ventiltührung 3, 4 eine Auslaßöffnung 21, 22 vorgesehen, die gleichzeitig mit dem Überfahren der benachbarten Einlaßöffnung 19 oder 20 durch eine Kolbenstirnseite 17 oder 18 von einem Absatz 23, 24 im Ventilschaft 2 überfahren wird, so daß dann jeweils ein Hubraum 10, 11 über einen Ringraum 25, 26 (Fig. 3, 5 und 6) zwischen der Ventiltührung 3, 4 und dem Ventilschaft 2, der durch eine Einschnürung 27, 28 in diesem zwischen dem Absatz 23, 24 und dem Kolben 9 gebildet wird, über Rücklaufleitungen 29 und 30 mit einem Vorratsbehälter 31 für die Arbeitsflüssigkeit in Verbindung steht.

Von der Zylinderwand 16 geht ferner in der Mitte der Zylinderhöhe eine Steuerleitung 32 aus, die von einem

beispielsweise elektromagnetisch betätigten Steuerventil 33 steuerbar ist und in die Rücklaufleitung 29 mündet. Durch diese Steuerleitung 32 können, sofern der Kolben 9 sich nahe einer Stirnwand 12 oder 13 befindet, der Druck in jeweils einem Hubraum 10, 11 und damit die Stellung und Bewegung des Hubventils 1, beispielsweise Öffnungsbeginn oder -ende willkürlich beeinflusst werden.

Die Arbeitsweise der hydraulisch arbeitenden Stelleneinrichtung ist folgende. Bei stillstehender Brennkraftmaschine wird der Kolben 9 durch die beiden Druckfedern 14, 15 in einer mittleren Lage gehalten, das Hubventil 1 ist teilweise geöffnet. Beim Start der Brennkraftmaschine (Fig. 1) fördert eine Pumpe 35 als Druckquelle für die Arbeitsflüssigkeit aus dem Vorratsbehälter 31 über ein Mehrwegeventil 36 und eine Leitung 37 in einen Druckraum 38 eines Startventils 39, dessen Schieber 40 die Verbindungsleitung 34 unterbricht. Im weiteren Verlauf des Startvorgangs (Fig. 2) wird durch Verstellen des Mehrwegeventils 36 die Pumpe 35 über die Druckleitung 41, in der sich eine Drossel 42 befindet, mit dem Teil der Leitung 34 zwischen dem ventiltellernahen Hubraum 10 und dem Startventil 39 verbunden, so daß der sich in diesem Hubraum 10 aufbauende Druck das Hubventil 1 in Schließrichtung verstellt, bis der Ventilteller 7 am Ventilsitz 6 anliegt. Dabei kann die im ventiltellerfernen Hubraum 11 verdrängte Arbeitsflüssigkeit zunächst über den zwischen der Einlaßöffnung 20 und dem Startventil 39 liegenden Teil der Verbindungsleitung 34 und den hohlgebohrten Startschieber 40 und später unmittelbar über die Auslaßöffnung 22 in die Rücklaufleitung 30 und den Vorratsbehälter 31 abfließen. In der Schließstellung des Hubventils 1 wird durch eine weitere Verstellung des Mehrwegeventils 36 (Fig. 3) der Druckraum 38 des Startventils 39 über die Leitung 37 mit dem Vorratsbehälter 31 verbunden, so daß eine Druckfeder 43 den Startschieber 40 zurückschieben kann und die Unterbrechung der Verbindungsleitung 34 aufgehoben ist. Die Verbindung der Pumpe 35 mit der Verbindungsleitung 34 bleibt dabei erhalten, so daß der im ventiltellernahen Hubraum 10 herrschende Druck das Hubventil 1 entgegen der Kraft der vorgespannten ventiltellerfernen Druckfeder 15 in der Schließstellung hält, wobei die Arbeitsaufnahme der Pumpe 35 wegen der fehlenden Förderung der Arbeitsflüssigkeit gering ist. Damit ist der Startvorgang beendet.

Um eine Öffnungsbewegung des Hubventils 1 einzuleiten, wird das Steuerventil 33 kurzzeitig geöffnet (Fig. 3), so daß Arbeitsflüssigkeit über die Steuerleitung 32 aus dem ventiltellernahen Hubraum 10 abfließen kann und der Druck in diesem sinkt. Die Druckfeder 15 kann nun den Kolben 9 mitsamt dem Hubventil 1 nach unten beschleunigen, wobei die Steuerleitung 32 nach dem Überfahren durch die Kolbenstirnseite 17 durch den Kolben oder gegebenenfalls noch früher durch ein Wiederschließen des Steuerventils 33 gesperrt wird (Fig. 4). Der Kolben 9 wird bis in einen mittleren Bereich des Zylinders 8 durch die überwiegende Kraft der Druckfeder 15 beschleunigt und anschließend durch die überwiegende Kraft der Druckfeder 14 abgebremst. Während dieser Kolbenbewegung wird bei nicht abgedeckten Einlaßöffnungen 19 und 20 die Arbeitsflüssigkeit aus dem ventiltellernahen Hubraum 10 über die Verbindungsleitung 34 in den ventiltellerfernen Hubraum 11 gepumpt, so daß der Energieinhalt dieser Arbeitsflüssigkeit erhalten bleibt. Die Arbeitsaufnahme der Pumpe 35 ist während dieser Zeit gering, da sie

keine Arbeitsflüssigkeit fördert.

Vor Erreichen der unteren Endstellung des Kolbens 9 überfährt die Kolbenstirnseite 17 die Einlaßöffnung 19, so daß der Hubraum 10 von der Verbindungsleitung 34 getrennt wird (Fig. 5). Die Pumpe 35 fördert nun Arbeitsflüssigkeit in den ventiltellerfernen Hubraum 11 und drückt den Kolben 9 gegen die Kraft der Druckfeder 14 in die untere Endlage (Fig. 6), wodurch die Reib- und Druckverluste ausgeglichen werden. Die bei dieser Kolbenbewegung aus dem ventiltellernahen Hubraum 10 verdrängte Arbeitsflüssigkeit fließt über die Auslaßöffnung 21 ab, die gleichzeitig mit dem Verschließen der Einlaßöffnung 19 durch den Kolben 9 durch den Absatz 23 des Ventilschafts 2 freigegeben wird.

Die Schließbewegung des Hubventils 1 verläuft, wie in der Zeichnung nicht gesondert dargestellt ist, genau symmetrisch zur Öffnungsbewegung. Sie wird ausgelöst durch das Öffnen des Steuerventils 33, so daß die ventiltellernahe Druckfeder 14 das Hubventil 1 in Schließrichtung beschleunigt unter Überschieben von Arbeitsflüssigkeit von dem Hubraum 11 in den Hubraum 10. Die letzte Wegstrecke bis zur Schließstellung, bei der der Ventilteller 7 am Ventilsitz 6 anliegt, wird durch Zufuhr von Arbeitsflüssigkeit aus der Pumpe 35 in den ventiltellernahen Druckraum 10 zurückgelegt, nachdem die Einlaßöffnung 20 durch den Kolben 9 verdeckt und die Auslaßöffnung 22 freigegeben sind.

Es ergibt sich daraus, daß die äußere Steuerung der Stelleinrichtung außerhalb des Startvorgangs allein durch das Öffnen oder Schließen einer einzigen Leitung, nämlich der Steuerleitung 32 erfolgt, wozu nur ein sehr einfach aufgebautes Steuerventil 33 benötigt wird, das auch einen sehr geringen Energiebedarf hat. Trotz der Einfachheit der Steuerung kann ein sehr weitgehender Einfluß auf die Hubbewegungen des Hubventils genommen werden. Da der Beginn sowohl der Öffnungsbewegung wie auch der Schließbewegung des Hubventils durch eine Betätigung des Steuerventils 33 ausgelöst wird, kann neben dem Zeitpunkt des Öffnungsbeginns und des Öffnungsendes und damit auch der Öffnungsdauer auch die Hubhöhe des Hubventils 1 frei gewählt werden, wenn das Steuerventil 33 während des Öffnungshubes, bevor das Hubventil die volle Öffnungstellung erreicht hat, bereits wieder geöffnet wird und damit der Schließhub eingeleitet wird.

Wie in Fig. 7 dargestellt, kann das Hubventil 1 zur Beschleunigung der Hubbewegung zusätzlich an der dem Ventilteller 7 abgewandten Stirnseite 44 des Ventilschafts 2 durch Arbeitsflüssigkeit beaufschlagt werden. Dazu ist ein im Gehäuse 5 angeordneter Hubraum 45 im Anschluß an die Stirnseite 44 über eine Druckleitung 46 mit der Pumpe 35 und eine Rücklaufleitung 47 mit dem Vorratsbehälter 31 verbindbar, wobei die Steuerung der Verbindung durch ein Zweiwegeventil 48 erfolgt. Dieses wird über zwei Steuerleitungen 49, 50, die mit den Hubräumen 10, 11 verbunden sind, von den in diesen herrschenden Druckunterschieden gesteuert, und zwar so, daß bei einem höheren Druck im ventiltellernahen Hubraum 10 die Druckleitung 46 und bei einem höheren Druck im ventiltellerfernen Hubraum 11 die Rücklaufleitung 47 an den Hubraum 45 angeschlossen sind. Somit wird die Öffnungsbewegung des Hubventils 1 durch den auf die Stirnseite 44 des Ventilschafts 2 wirkenden Druck der Arbeitsflüssigkeit unterstützt und beschleunigt, während die Schließbewegung des Hubventils 1 nicht behindert wird.

1. Hydraulisch arbeitende Stelleinrichtung für ein Hubventil, insbesondere in einer Brennkraftmaschine, mit einem mit dem Ventilschaft verbundenen, in einem Zylinder geführten doppelseitig von Arbeitsflüssigkeit beaufschlagbaren Kolben, der im Zylinder zwei Hubräume voneinander teilt, die jeweils über Einlaß- und Auslaßöffnungen in der Zylinderwand, die vom sie überdeckenden Kolben abdeckbar sind, mit einer Druckquelle für die Arbeitsflüssigkeit, wie einer Pumpe, und mit einem Vorratsbehälter verbindbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden in einem mittleren Stellbereich des Kolbens (9) zu den Hubräumen (10, 11) hin offenen Einlaßöffnungen (19, 20) durch eine Verbindungsleitung (34) unmittelbar miteinander verbunden sind und daß am Kolben (9) oder am Ventilschaft (2) zwei entgegengesetzt wirkende Federn (14, 15) angreifen, die im Gleichgewicht den Kolben (9) in einer gegenüber zwei Endstellungen mittleren Lage halten.
2. Stelleinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Federn als Druckfedern (14, 15) ausgebildet sind, von denen jeweils eine in jedem Hubraum (10, 11) zwischen dem Kolben (9) und einer Zylinderstirnwand (12, 13) eingespannt ist und die in der Mittellage des Kolbens (9) eine derartige Vorspannung aufweisen, daß sie in der entfernten Endstellung des Kolbens (9) etwa spannungslos sind.
3. Stelleinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Auslaßöffnung im mittleren Zylinderbereich vorgesehen ist, die lediglich in den Endstellungsbereichen des Kolbens (9) mit jeweils einem Hubraum (10, 11) in Verbindung steht und daß die die Auslaßöffnung mit dem Vorratsbehälter (31) verbindende Leitung (Steuerleitung 32) durch ein Steuerventil (33) absperrrbar ist.
4. Stelleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils eine Einlaßöffnung (19, 20) mit Abstand zu einer Zylinderstirnwand (12, 13) angeordnet und in einem Endstellungsbereich des Kolbens (9) durch diesen abgedeckt ist und gleichzeitig mit der Abdeckung der Einlaßöffnung (19, 20) eine demselben Hubraum (10, 11) zugeordnete, mit dem Vorratsbehälter (31) verbundene Auslaßöffnung (21, 22) freigegeben wird.
5. Stelleinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Auslaßöffnungen (21, 22) in den Ventilschaftführungen (3, 4) angeordnet sind, wobei sie im geschlossenen Zustand vom Ventilschaft (2) abgedeckt sind und im freigegebenen Zustand über eine Einschnürung (27, 28) im Ventilschaft (2) mit jeweils einem Hubraum (10, 11) in Verbindung stehen.
6. Stelleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die dem Ventilteller (7) des Hubventils (1) abgewandte Stirnseite (44) des Ventilschaftes (2) durch die Arbeitsflüssigkeit beaufschlagbar ist, wobei die Verbindung mit der Druckquelle (Pumpe 35) oder dem Vorratsbehälter (31) durch ein Zweiwegeventil (48) gesteuert wird, dessen Stellung abhängig ist von der Druckdifferenz in den beiden Hubräumen (10, 11).
7. Stelleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß beim Startvorgang

die die beiden Einlaßöffnungen verbindende Verbindungsleitung (34), insbesondere durch einen von der Arbeitsflüssigkeit beaufschlagten Schieber (40), gesperrt ist und daß lediglich der ventiltellernahe Hubraum (10) mit der Druckquelle (Pumpe 35) und der ventiltellerferne Hubraum (11) mit dem Vorratsbehälter (31) in Verbindung stehen.

Hierzu 7 Blatt Zeichnungen

Fig. 2

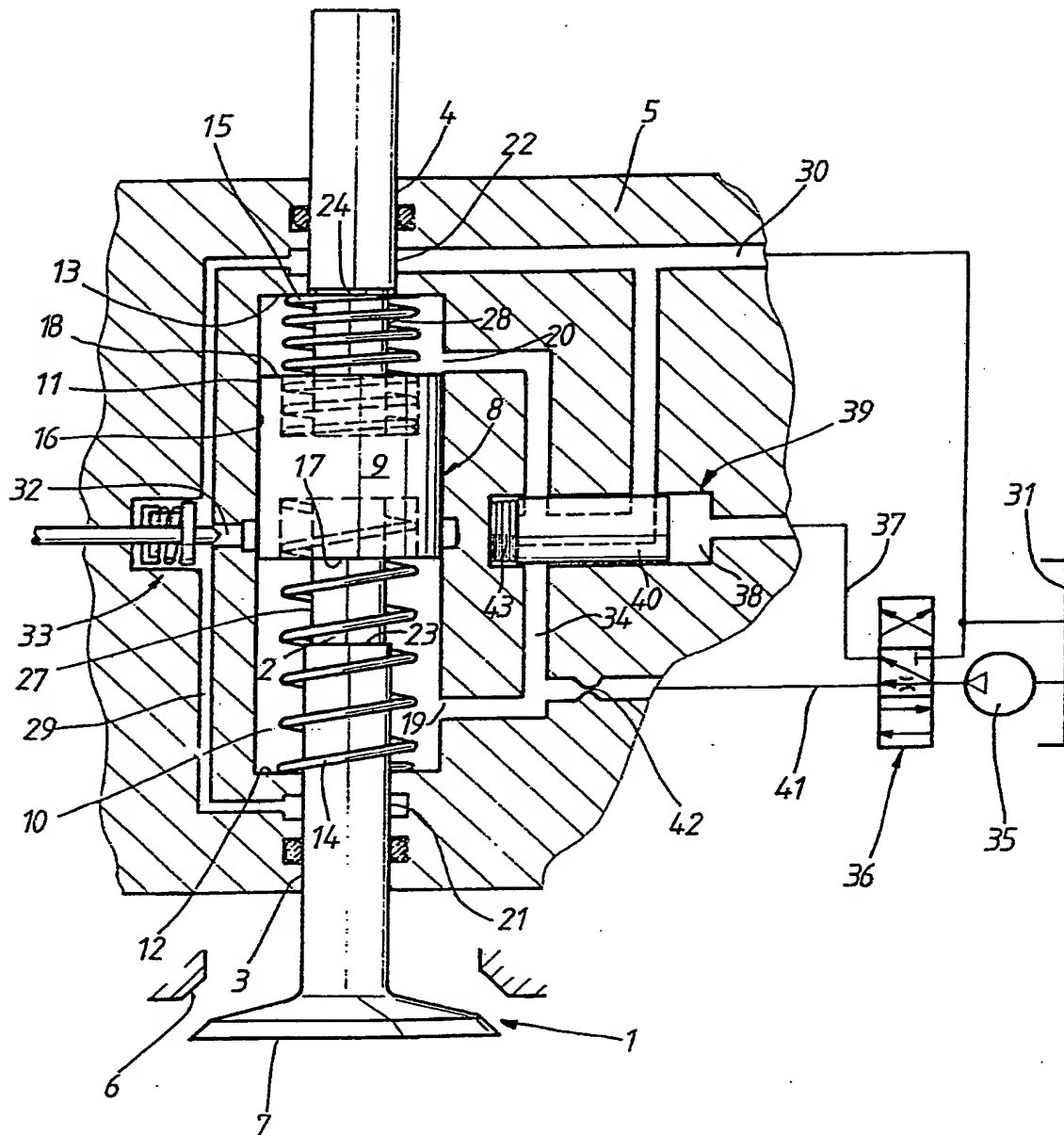


Fig. 3

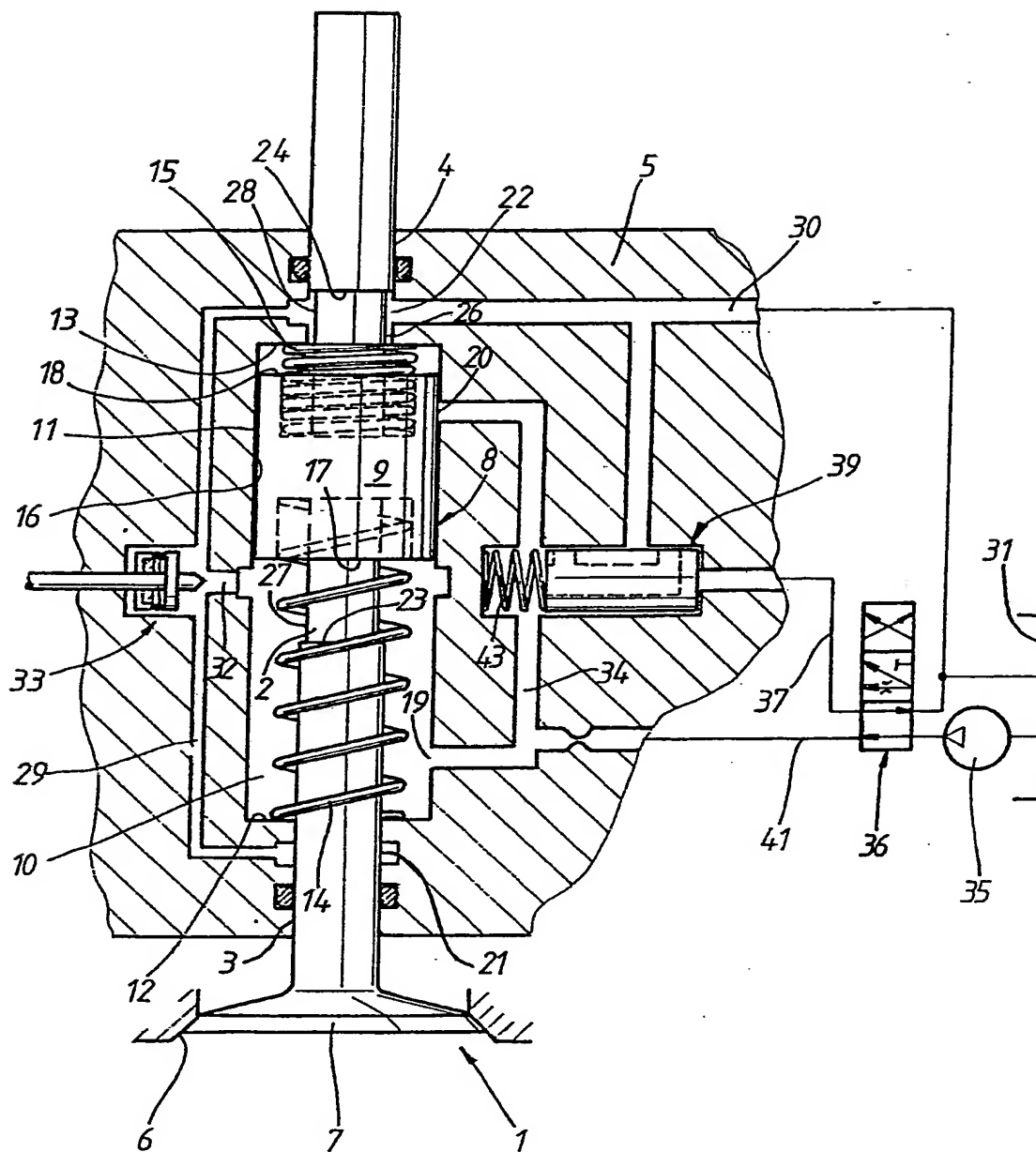


Fig. 4

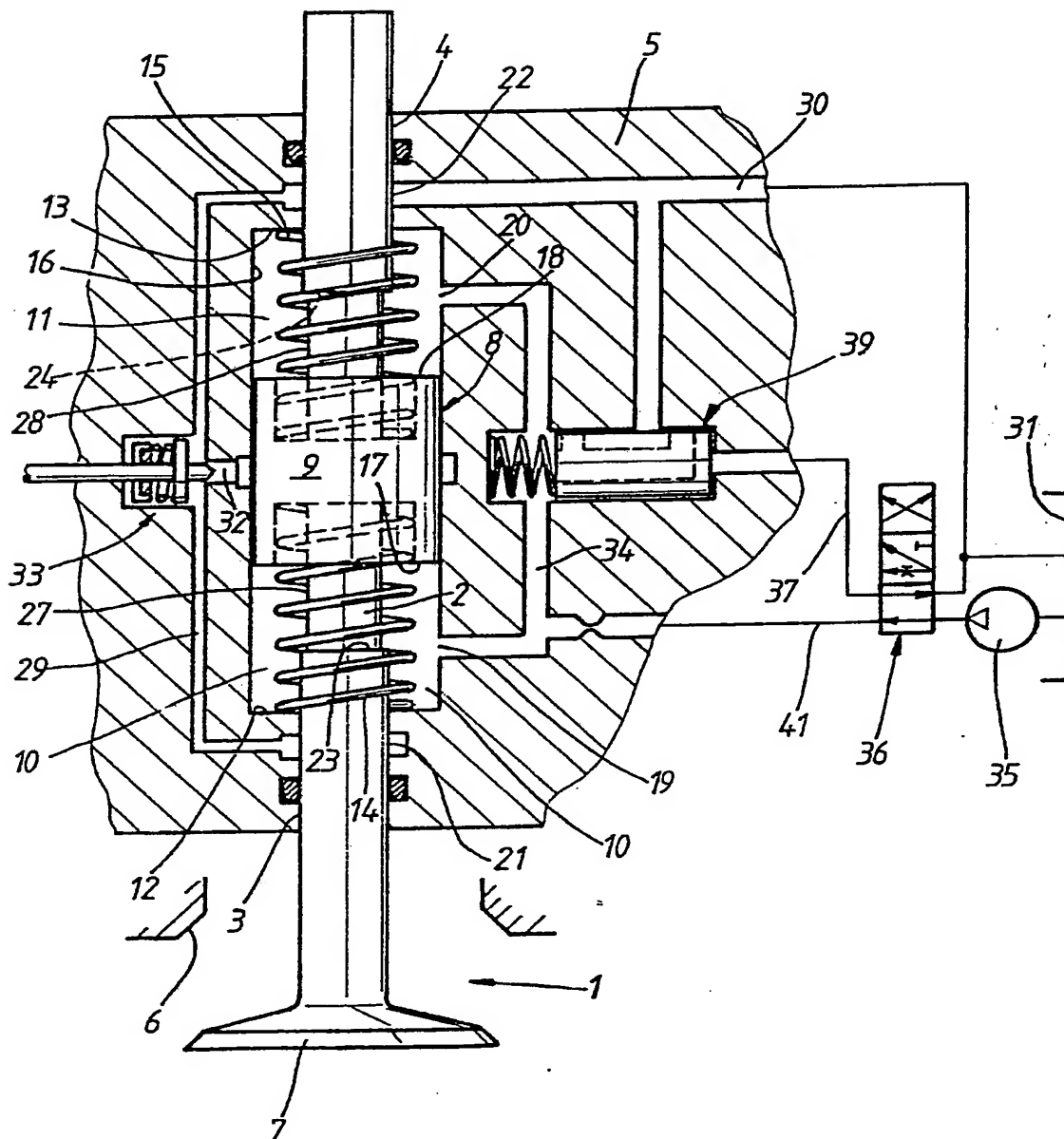


Fig. 5

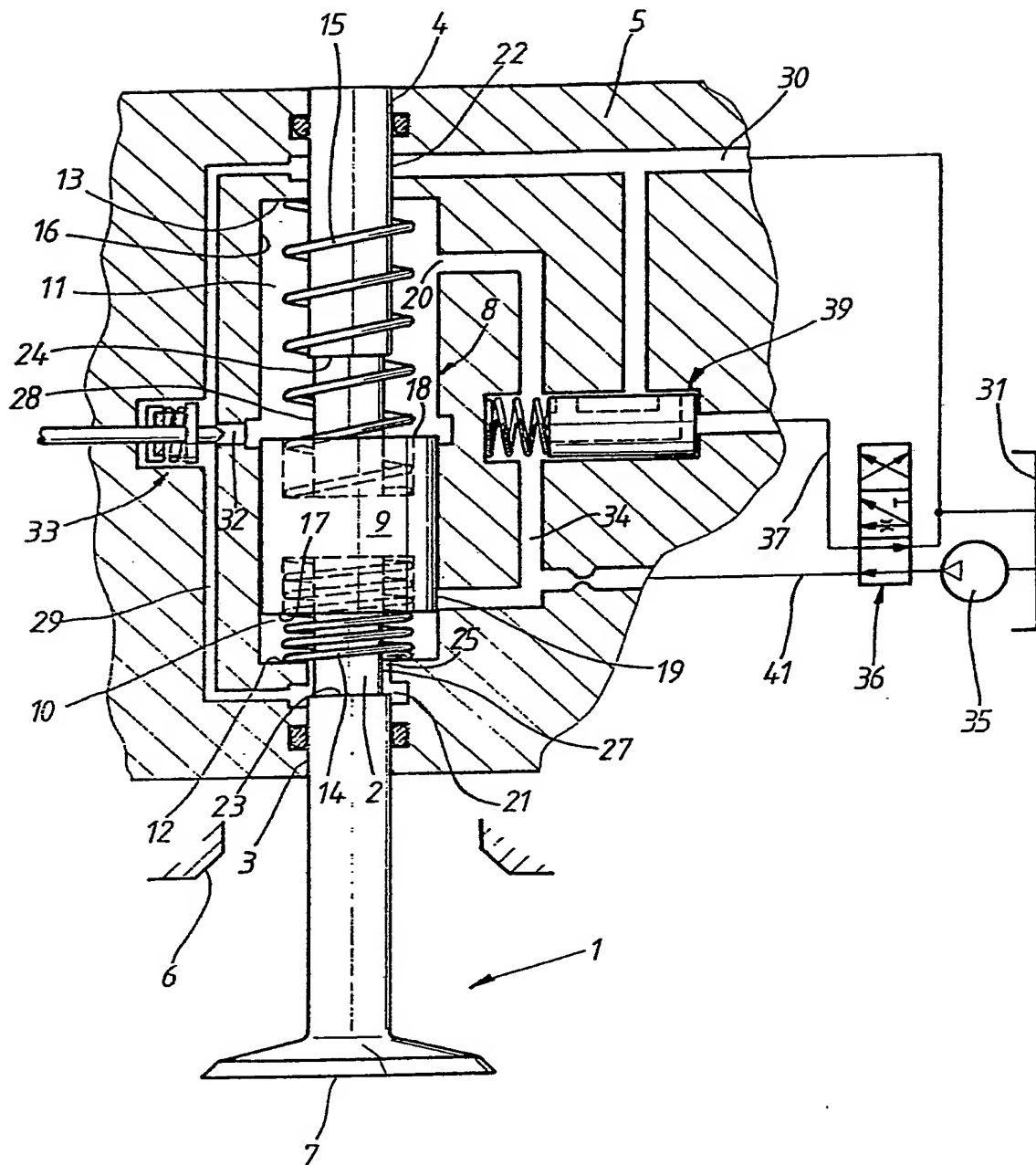


Fig. 6

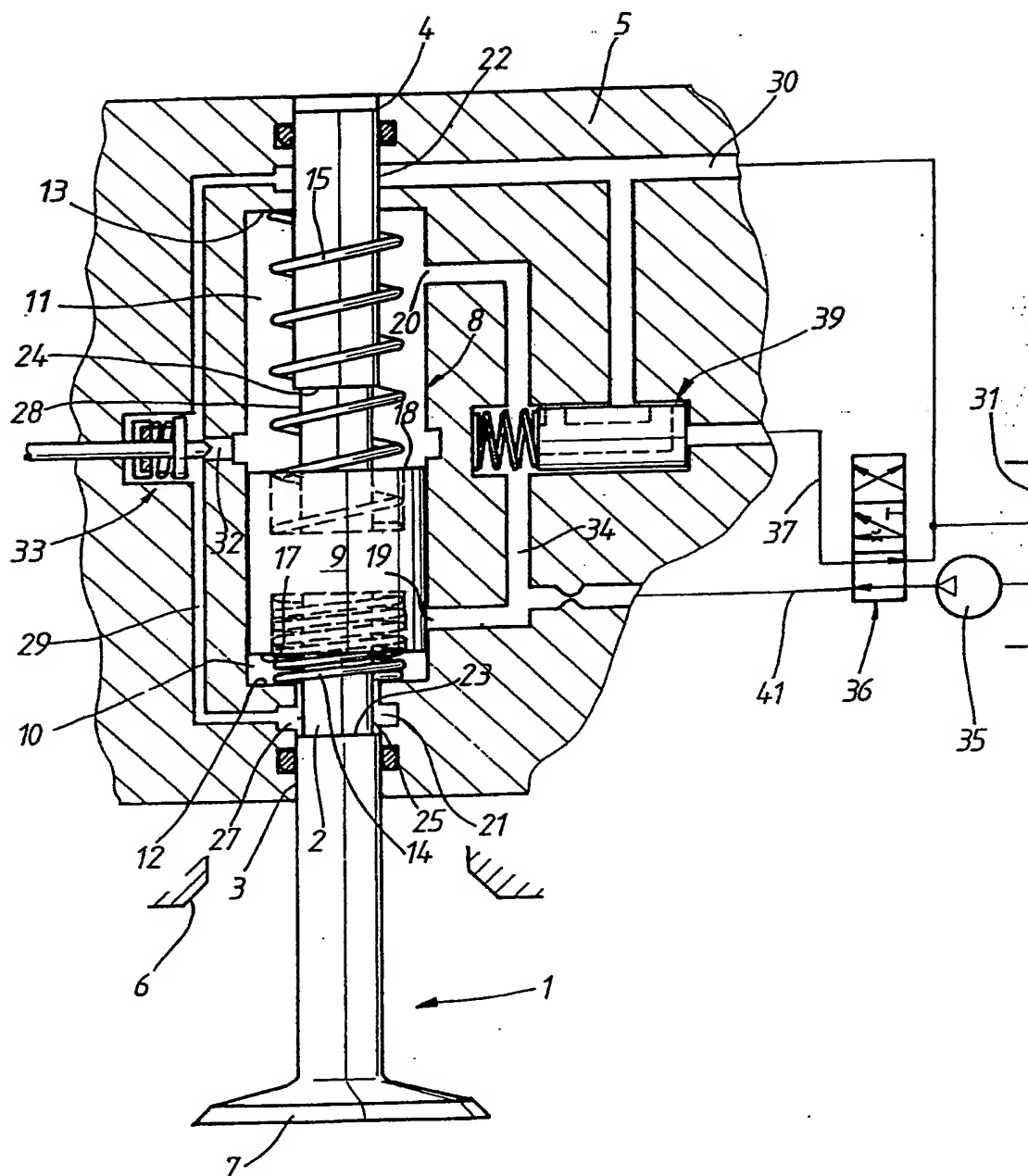


Fig. 7

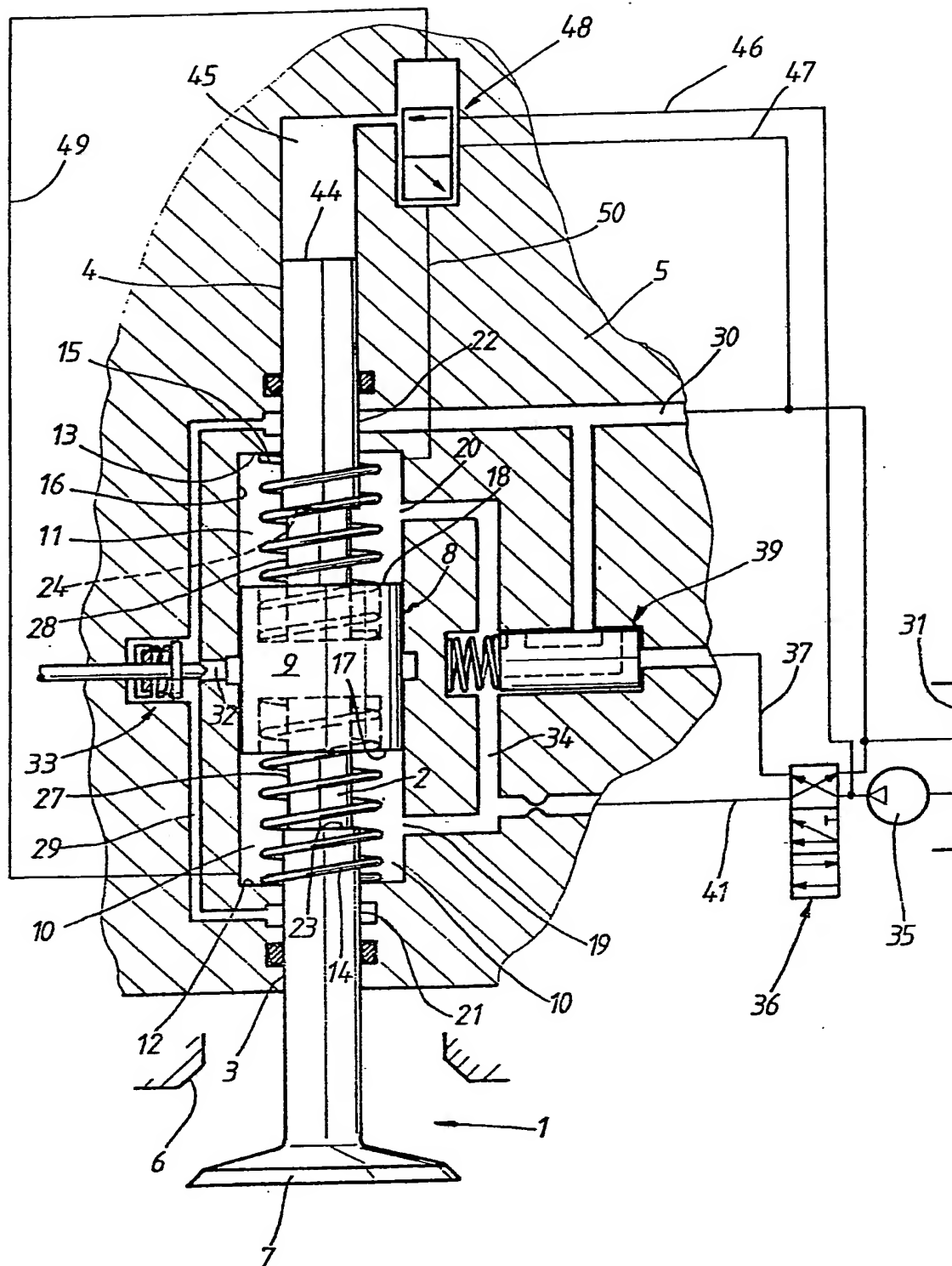


Fig. 1

